

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-186693

(43)Date of publication of application : 06.07.2001

(51)Int.Cl.

H02K 1/14  
H02K 19/10  
H02P 5/05

(21)Application number : 11-369863

(71)Applicant : MATSUSHITA REFRIG CO LTD

(22)Date of filing : 27.12.1999

(72)Inventor : HAMAOKA KOJI  
OUCHIYAMA TOMONORI  
NAKANO TOMONORI

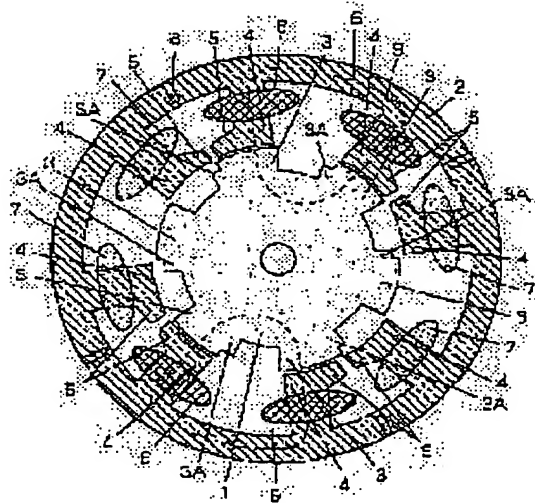
## (54) SWITCHED RELUCTANCE MOTOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a compact, low-cost, low-vibration, low-noise, and high-efficiency motor by solving the problem where the size of an entire device and a drive circuit is increased and noise and vibration are large in a switched reluctance motor.

SOLUTION: The switched reluctance motor consists of a rotor 1 with six protrusion poles 3, eight protrusion parts 4 that are provided at a stator 2, and teeth 5 that is provided so that the protrusion parts 4 in that coils with each separate phase being adjacent to bi-phase coils 6 and 7 are wound is in proximity, and the protrusion parts 4 in that adjacent coils in phase are wound are separated, thus reducing size, costs, vibration, and noise, and increasing efficiency.

1 ロータ  
2 スター  
4 突起部  
5 ティーフ  
6 巻線  
7 巻線



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2001-186693

(P2001-186693A)

(43) 公開日 平成13年7月6日 (2001. 7. 6)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード (参考)	
H 0 2 K	1/14	H 0 2 K	1/14	Z 5H002
	19/10		19/10	A 5H550
H 0 2 P	5/05	H 0 2 P	5/00 5 0 1	5H619

審査請求 未請求 請求項の数 6

OL

(全10頁)

(21) 出願番号 特願平11-369863

(22) 出願日 平成11年12月27日 (1999. 12. 27)

(71) 出願人 000004488

松下冷機株式会社

大阪府東大阪市高井田本通4丁目2番5号

(72) 発明者 浜岡 孝二

大阪府東大阪市高井田本通4丁目2番5号

松下冷機株式会社内

(72) 発明者 大内山 智則

大阪府東大阪市高井田本通4丁目2番5号

松下冷機株式会社内

(74) 代理人 100097445

弁理士 岩橋 文雄 (外2名)

最終頁に続く

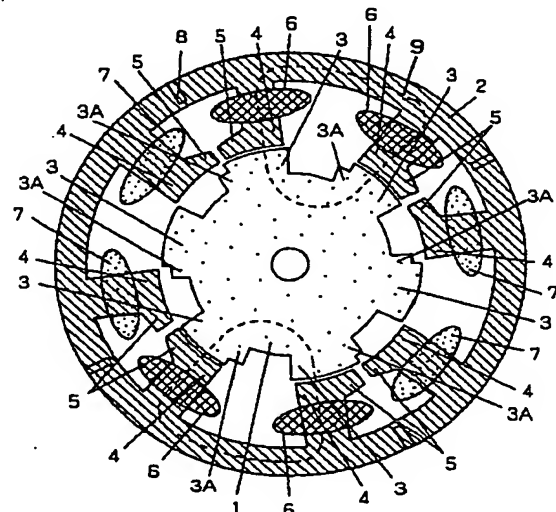
(54) 【発明の名称】 スイッチトリラクタンスモータ

(57) 【要約】

【課題】 スイッチトリラクタンスモータにおいて、装置全体及び駆動回路が大型化してしまい、かつ騒音、振動が大きいという課題を解決し、小型、低コスト、低振動、低騒音、高効率なモータを提供する。

【解決手段】 6個の突極部3を持つロータ1と、ステータ2に設けられた8個の突極部4と、2相の巻線6、7と隣り合うお互い別相の巻線が巻かれた突極部4は近接し、隣り合うお互い同相の巻線が巻かれた突極部4は離れるように設けたティース5とからなるスイッチトリラクタンスモータとすることにより、小型、低コスト、低振動、低騒音、高効率とすることができる。

1 ロータ  
2 ステータ  
4 突極部  
5 ティース  
6, 7 巻線



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】  $3n$  ( $n$  は自然数) の第 1 突極部を持つロータと、ステータと、前記ステータに設けられた  $4n$  の第 2 突極部と、前記第 2 突極部に巻かれた 2 相の巻線とを有し、隣り合うお互い別相の前記巻線が巻かれた前記第 2 突極部は近接し、隣り合うお互い同相の前記巻線が巻かれた前記第 2 突極部は離れるように設けたティースとを備えたスイッチトリラクタンスモータ。

【請求項 2】  $3n$  ( $n$  は自然数) の第 1 突極部を持つロータと、ステータと、前記ステータに設けられた  $4n$  の第 2 突極部と、前記第 2 突極部に巻かれた 2 相の巻線とを有し、隣り合うお互い別相の前記巻線が巻かれた前記第 2 突極部は近接し、隣り合うお互い同相の前記巻線が巻かれた前記第 2 突極部は離れるように設けたティースと、前記ロータの前記第 1 突極部の回転方向側に設けた補助突極部を備えたスイッチトリラクタンスモータ。

【請求項 3】  $3n$  ( $n$  は自然数) の第 1 突極部を持つロータと、ステータと、前記ステータに設けられた  $4n$  の第 2 突極部と、前記第 2 突極部に巻かれた 2 相の巻線と、隣り合うお互い別相の前記巻線が巻かれた前記第 2 突極部は近接し、隣り合うお互い同相の巻線が巻かれた前記第 2 突極部は離れるように設けたティースと、前記ステータの外周部の隣り合うお互いの別相の前記巻線が巻かれたスロット部に設けた磁気障壁を備えたスイッチトリラクタンスモータ。

【請求項 4】  $3n$  ( $n$  は自然数) の第 1 突極部を持つロータと、ステータと、前記ステータに設けられた  $4n$  の第 2 突極部と、前記第 2 突極部に巻かれた 2 相の巻線と、隣り合うお互い別相の前記巻線が巻かれた前記第 2 突極部は近接し、隣り合うお互い同相の前記巻線が巻かれた前記第 2 突極部は離れるように設けたティースとを備え、前記ステータはお互い同相の前記巻線が巻かれた前記第 2 突極部を含む  $2n$  に分割できるようにしたスイッチトリラクタンスモータ。

【請求項 5】  $3n$  ( $n$  は自然数) の第 1 突極部を持つロータと、ステータと、前記ステータに設けられた  $4n$  の第 2 突極部と、前記第 2 突極部に巻かれた 2 相の巻線と、隣り合うお互い別相の前記巻線が巻かれた前記第 2 突極部は近接し、隣り合うお互い同相の前記巻線が巻かれた前記第 2 突極部は離れるように設けたティースと、前記ロータの回転位置を検出する回転位置検出手段と、前記回転位置検出手段によって検出された回転位置に応じて前記巻線の通電を行う少なくとも 2 つのスイッチング素子とを備えたスイッチトリラクタンスモータ。

【請求項 6】  $3n$  ( $n$  は自然数) の第 1 突極部を持つロータと、ステータと、前記ステータに設けられた  $4n$  の第 2 突極部と、前記第 2 突極部に巻かれた 2 相の巻線と、隣り合うお互い別相の前記巻線が巻かれた前記第 2 突極部は近接し、隣り合うお互い同相の前記巻線が巻かれた前記第 2 突極部は離れるように設けたティースと、

前記巻線の通電を行う少なくとも 2 つのスイッチング素子と、起動時前記スイッチング素子を一定時間強制的に通電し、通電完了後の他のスイッチング素子から起動をスタートするようにした制御回路とを備えたスイッチトリラクタンスモータ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、冷凍システムのコンプレッサ用などに用いられるスイッチトリラクタンスモータに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 スwitchトリラクタンスモータは原理としては古くからあったが、近年のパワーエレクトロニクスの進歩に伴い、見直されてきたモータのひとつである。

【0003】 スwitchトリラクタンスモータは構造が簡単な上、堅牢で安価であるという理由から近年ブラシレスモータとして応用していく動きが活発である。

【0004】 このような従来のスイッチトリラクタンスモータとしては、たとえば特開平 9-121590 号公報に示されているとおりである。

【0005】 以下、従来のスイッチトリラクタンスモータを図 8 を用いて説明する。図 8 は従来のスイッチトリラクタンスモータの回路図を示す。

【0006】 図 8 において、100 はスイッチトリラクタンスモータである。このスイッチトリラクタンスモータ 100 は 6 個の突極を持つステータ 101 と、4 個の突極を持つロータ 102 とからなる。

【0007】 ステータ 101 の相対する 2 つの突極部分に各々ステータ巻線 103A、103B、103C が巻かれている。各々のステータ巻線 103A、103B、103C は独立しているため、スイッチトリラクタンスモータ 100 からの電力の引き出し線は合計 6 本となっている。

【0008】 スwitch素子 104 は直流電源 (図示せず) の正電源とステータ巻線 103A の端子の間に接続され、スswitch素子 105 は直流電源の負電源とステータ巻線 103A のもう一方の端子の間に接続されている。

【0009】 また、スswitch素子 106 は直流電源の正電源とステータ巻線 103B の端子の間に接続され、スswitch素子 107 は直流電源の負電源とステータ巻線 103B のもう一方の端子の間に接続されている。

【0010】 また、スswitch素子 108 は直流電源の正電源とステータ巻線 103C の端子の間に接続され、スswitch素子 109 は直流電源の負電圧とステータ巻線 103C のもう一方の端子の間に接続されている。

【0011】 また、モータの磁気回路からのエネルギーを回収するためにダイオード 110 ~ 115 を設けている。各スswitch素子 104、106、108 とステータ

巻線103A、103B、103Cの間に直流電源の負電源側をアノードとしてダイオード110、111、112が各々接続されている。

【0012】また、各スイッチ素子105、107、109とステータ巻線103A、103B、103Cの間に直流電源の正電源側をカソードとしてダイオード113、114、115が各々接続されている。

【0013】次に、このように構成された従来のスイッチトリラクタンスモータについてその動作を説明する。

【0014】ロータ102が図8に図示した位置にある時、スイッチ素子104とスイッチ素子105をオンにすると、巻線103Aが励磁される。すると磁束が通り易くなるように、すなわちステータ101の突極部とロータ102の突極部が向かい合う方向を向くように、リラクタンストルクを発生させる。すなわちロータ102は反時計まわりに回転する。

【0015】両者の突極が完全に向かい合う前にスイッチ素子104とスイッチ素子105をオフすることにより、ステータ巻線103Aに蓄えられたエネルギーはダイオード110及びダイオード113を介して電源側に回収する。

【0016】この動作をロータ102の突極部の位置に応じて、順次ステータ巻線103B、ステータ巻線103Cを励磁するのを繰り返すことにより、ロータ102は回転をしつづけることとなる。

【0017】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記の構成では、スイッチ素子が6個、ダイオードが6個必要であり駆動回路が大型化してしまうという課題を有していた。例えば冷蔵庫などの圧縮機に搭載する場合においてはこのパワー制御装置が大型化すると冷蔵庫の内容積が少なくなるという課題がある。また、パワー制御装置全体が大型化してしまうため、組み立てのための工数が多くなり、コストが高くなるという課題を有していた。

【0018】また、ステータ巻線の引き出し線が6本必要であり、従来からの一般的な圧縮機に使用されている2相誘導モータ（引き出し線3本）や3相誘導モータ、3相ブラシレスモータ（スター結線により引き出し線3本）に比べて2倍の本数となる。特に圧縮機のような密閉容器からより多くの線を引き出すことは困難であり、圧縮機自体が大型化し、また工数が増加し、コストも高くなるという課題を有していた。

【0019】また、トルクの発生方向が対角方向となるため、ステータやロータに発生する歪みが大きな振動、騒音の原因になり、振動や騒音が非常に高いという課題も有していた。

【0020】これらの課題のうち、スイッチ素子数の削減や引き出し線数の削減をするためには、一般的には2相巻線のモータにする方法が良く知られているがトルク

リップルが大きくなり振動や騒音が更に大きくなるという課題を有している。また、2相巻線のモータは逆回転する可能性があり、圧縮機の場合、逆回転の保護装置の追加など工数が増加し、コストアップすることになる。

【0021】本発明は、駆動回路の部品点数を大幅に削減し、更にモータからの引き出し線を従来と同等の本数にすることにより、小型化を達成し、同時に低コスト化も達成できると共に振動、騒音も大幅に低下させることのできるスイッチトリラクタンスモータを提供することを目的とする。

【0022】

【課題を解決するための手段】この課題を解決するために本発明は、新たな構造を持つスイッチトリラクタンスモータを提案するものである。

【0023】 $3n$  ( $n$ は自然数)の第1突極部を持つロータと、ステータと、前記ステータに設けられた $4n$ の第2突極部と、前記第2突極部に巻かれた2相の巻線と、隣り合うお互い別相の巻線が巻かれた第2突極部は近接し、隣り合うお互い同相の巻線が巻かれた第2突極部は離れるように設けたティースとで構成したものである。

【0024】これにより、2相巻線を持つスイッチトリラクタンスモータでありながら、トルクリップルが小さく振動、騒音が従来に比べて大幅に低減することができる。

【0025】また、ロータの第1突極部の回転方向に設けた補助突極部を設けたものである。

【0026】これにより、2相巻線で起こる可能性のある逆転を防止することができ、逆転への配慮が不要になるので工数が削減し、コストを下げることができる。

【0027】また、ステータの外周部の隣り合うお互いの別相の巻線が巻かれたスロット部に設けた磁気障壁を備えたものである。

【0028】これにより、ステータの漏れ磁束が減少し、トルクを発生させることができる磁束量が増加するのでモータの効率を向上させることができる。

【0029】また、ステータはお互い同相の巻線が巻かれた第2突極部を含む $2n$ に分割できるようにしたものである。

【0030】これにより、ステータ巻線を非常に簡単に巻くことができ、工数を大幅に削減すると共に、スロットの線積率をあげることができモータの効率をあげることができる。

【0031】また、ロータの回転位置を検出する回転位置検出手段と、回転位置検出手段によって検出された回転位置に応じて巻線の通電を行う少なくとも2つのスイッチング素子とを備えたものである。

【0032】これにより、スイッチング素子を大幅に削減することができ駆動回路を小型化することができ、またコストも大幅に削減できる。

10

20

30

40

50

【0033】また、起動時前記スイッチング素子を一定時間強制的に通電し、通電完了後の他のスイッチング素子から起動をスタートするようにした制御回路とを備えたものである。

【0034】これにより、起動時にロータを所定位置に固定することができるので、確実に起動させることができる。

【0035】

【発明の実施の形態】本発明の請求項1に記載の発明は、 $3n$  ( $n$ は自然数)の第1突極部を持つロータと、ステータと、前記ステータに設けられた $4n$ の第2突極部と、前記第2突極部に巻かれた2相の巻線と、隣り合うお互い別相の巻線が巻かれた第2突極部は近接し、隣り合うお互い同相の巻線が巻かれた第2突極部は離れるように設けたティースとからなるスイッチトリラクタンスモータとしたものであり、2相巻線でありながらリラクタンスの変化は連続的となり、トルクリップルが小さくなると共にトルク発生方向が $2n$  ( $n$ は自然数)となり、分散することができる作用を有する。

【0036】請求項2に記載の発明は、 $3n$  ( $n$ は自然数)の第1突極部を持つロータと、ステータと、前記ステータに設けられた $4n$ の第2突極部と、前記第2突極部に巻かれた2相の巻線と、隣り合うお互い別相の巻線が巻かれた第2突極部は近接し、隣り合うお互い同相の巻線が巻かれた第2突極部は離れるように設けたティースと、ロータの第1突極部の回転方向側に設けた補助突極部を備えたスイッチトリラクタンスモータとしたものであり、補助突極部によりリラクタンスにアンバランスを生じさせることができるという作用を有する。

【0037】請求項3に記載の発明は、 $3n$  ( $n$ は自然数)の第1突極部を持つロータと、ステータと、前記ステータに設けられた $4n$ の第2突極部と、前記第2突極部に巻かれた2相の巻線と、前記ステータは $4n$ の第2突極部をもち、隣り合うお互い別相の巻線が巻かれた第2突極部は近接し、隣り合うお互い同相の巻線が巻かれた第2突極部は離れるように設けたティースと、前記ステータの外周部の隣り合うお互いの別相の巻線が巻かれたスロット部に設けた磁気障壁を備えたスイッチトリラクタンスモータとすることにより、片相を励磁した場合、他相への磁気漏えいを防ぐことができるという作用を有する。

【0038】請求項4に記載の発明は、 $3n$  ( $n$ は自然数)の第1突極部を持つロータと、ステータと、前記ステータに設けられた $4n$ の第2突極部と、前記第2突極部に巻かれた2相の巻線と、隣り合うお互い別相の巻線が巻かれた第2突極部は近接し、隣り合うお互い同相の巻線が巻かれた第2突極部は離れるように設けたティースとを備え、前記ステータはお互い同相の巻線が巻かれた第2突極部を含む $2n$ に分割できるようにしたスイッチトリラクタンスモータとすることにより、組立時に予

め分割されたステータコアに巻線を実施することができるという作用を有する。

【0039】請求項5に記載の発明は、 $3n$  ( $n$ は自然数)の第1突極部を持つロータと、ステータと、前記ステータに設けられた $4n$ の第2突極部と、前記第2突極部に巻かれた2相の巻線と、隣り合うお互い別相の巻線が巻かれた第2突極部は近接し、隣り合うお互い同相の巻線が巻かれた第2突極部は離れるように設けたティースと、ロータの回転位置を検出する回転位置検出手段と、回転位置に応じて巻線の通電を行う少なくとも2つのスイッチング素子とを備えたスイッチトリラクタンスモータとすることにより、少なくとも2つのスイッチング素子でモータを回転させることができるという作用を有する。

【0040】請求項6に記載の発明は、 $3n$  ( $n$ は自然数)の第1突極部を持つロータと、ステータと、前記ステータに設けられた $4n$ の第2突極部と、前記第2突極部に巻かれた2相の巻線と、隣り合うお互い別相の巻線が巻かれた第2突極部は近接し、隣り合うお互い同相の巻線が巻かれた第2突極部は離れるように設けたティースと、巻線の通電を行う少なくとも2つのスイッチング素子と、起動時前記スイッチング素子を一定時間強制的に通電し、通電完了後の他のスイッチング素子から起動をスタートするようにした制御回路とを備えたスイッチトリラクタンスモータとすることにより、起動時に所定位置までロータを回転させ、常に安定した起動をすることができるという作用を有する。

【0041】以下、本発明の実施の形態について図1から図5を用いて説明する。

【0042】(実施の形態1)図1は本発明の実施の形態1のスイッチトリラクタンスモータの断面図である。

【0043】図1において、1はロータ、2はステータである。

【0044】ロータ1はほぼ等間隔で6つの突極部3(第1突極部)を有する。すなわち6個の山を持つ歯車のような形状をしている。また各々の山と谷はほぼ等間隔となっている。また、ロータ1にはリラクタンスのアンバランスを発生させるために補助突極部3Aを6つの突極部3の回転方向に設けている。図1の場合は回転方向は反時計まわりの方向である。

【0045】ステータ2には8個の突極部4(第2突極部)を有する。各突極部には各々ティース5を持ち、ティース5は突極部4の片側のみにあり、ティース5のある側の突極部4は同様にティース5を持たしているため、お互いの突極部4は隣接していることとなる。一方、突極部4のティース5の無い側の突極部4はティース5が無いため、お互いの突極部4は離れている。

【0046】すなわち、この構造は交互に突極部4があるのではなく、ほぼ等間隔で2つ連続して突極部4があり、その後ひとつ分の突極間隔とはほぼ同間隔で何も無い

10

20

30

40

50

区間が存在することとなる。

【0047】6はA相の巻線であり、7はB相の巻線である。8つの突極部4に集中巻で巻かれている。またお互い隣り合って近接している突極部4は別の相の巻線6、7が巻かれており、一方の隣り合って離れている突極部4は同じ相の巻線6、7が巻かれている。

【0048】8は磁気障壁であり、ステータ2の円周上で隣り合うお互いの別相の巻線6、7が巻かれたスロットの部分に設けられている。ここでは単に穴をあけることによって空気層による磁気障壁を実現している。

【0049】以上のように構成されたスイッチトリラクタンスモータについて、動作を図1を用いて説明する。

【0050】図1ではA相の巻線6が励磁されているとする。まず磁路は9に示されるような磁路となる。いまロータ1は磁路に対して最も磁束が通り易い位置にあり、巻線インダクタンスは最大値となっている。

【0051】次にA相の巻線6の励磁を停止し、その磁気エネルギーが完全になくなった状態で、今度はB相の巻線7を励磁する。A相の場合と同様に隣り合ってしかも離れた突極部4に磁路が発生する。しかし、図示された位置では磁路は不完全なので磁路を形成する方向にリラクタンストルクが発生する。この時、ロータ1に設けられた補助突極部3Aによるアンバランスの効果により、ロータ1は反時計方向に回転することになる。

【0052】この動作を繰り返すことによりロータ1は回転を続けることとなる。実際には励磁を切っても蓄積されたエネルギーがすぐには放出されないため図示された位置まで励磁されることはなく、その前に励磁を遮断することになる。

【0053】このモータでのトルクの発生は6ヶ所のうち4ヶ所の突極部4で行っているので、力は分散されその分ステータ2やロータ1の歪みは小さくなり、振動や騒音が低減できる。また突極部4の利用効率が高いため、モータ効率も高くなる。

【0054】各相の巻線の励磁によって発生する磁路は隣り合ってしかも離れた突極部4に発生するので、ステータ2の外周上に設けられた磁気障壁8の部分には磁路は存在しないため、磁気障壁8によって磁束漏れを防止できるので、磁束を有効に活用できる。

【0055】次に、本発明のスイッチトリラクタンスモータの駆動回路について説明する。

【0056】図2は本発明の実施形態1のスイッチトリラクタンスモータの駆動回路の回路図である。

【0057】図2において、6はA相巻線、7はB相巻線であり、図1に示す各相4個の巻線を直列に接続している。

【0058】10はモータ駆動用の直流電源である。例えば商用電源を入力として整流回路を通すことによって得られる直流電源などである。

【0059】11は第1スイッチング素子であり、この

例ではIGBT（絶縁ゲートバイポーラトランジスタ）を用いている。エミッタは直流電源10の負端子に接続され、コレクタはA相巻線6の一端に接続されている。

【0060】12は第2スイッチング素子であり、エミッタは直流電源10の負端子に接続され、コレクタはB相巻線7の一端に接続されている。

【0061】13は第3スイッチング素子であり、コレクタは直流電源10の正端子に接続され、エミッタはA相巻線6及びB相巻線7の他端に接続されている。

【0062】モータの磁気回路からのエネルギーを回収するためのダイオードは3個有り、ダイオード14は第1スイッチング素子11のコレクタと直流電源10の正端子に接続され、ダイオード15は第1スイッチング素子12のコレクタと直流電源10の正端子に接続されている。また、ダイオード16は第3スイッチング素子13のエミッタと直流電源10の負端子に接続されている。

【0063】17はロータ1の回転位置を検出する回転位置検出回路（回転位置検出手段）である。回転位置検出回路17は一般的にはエンコーダやフォトインタラプタなどが良く用いられるが、モータに流れる電流波形などから推定してもよい。

【0064】18は制御回路であり、回転位置検出回路17の出力信号である位置信号を基に巻線を励磁する信号をつくり出し、その信号に応じて、第1スイッチング素子11、第2スイッチング素子12、第3スイッチング素子13を制御する。

【0065】このように構成された駆動回路についてその動作を図2及び図3を用いて説明する。

【0066】図3は本発明の実施の形態1の駆動回路の動作を示すタイミングチャートである。図3はモータ回転中の駆動回路の動作波形を示す。

【0067】図3（a）はA相巻線6とB相巻線7のインダクタンスの変化を示す。A相巻線6のインダクタンスの変化は実線で、B相巻線7のインダクタンスの変化は破線で示す。ステータ2側の突極部4とロータ1側の突極部3が相対した時、インダクタンスは最大となり、インダクタンス最小部では、ロータ1の補助突極部3Aによるアンバランスが見られる。

【0068】図3（b）は回転位置検出回路17からの位置信号である。図3（c）は第1スイッチング素子11のゲート信号の波形、図3（d）は第2スイッチング素子12のゲート信号の波形、図3（e）は第3スイッチング素子13のゲート信号の波形である。また、図3（f）はA相巻線6の電流波形、図3（g）はB相巻線7の電流波形を示す。

【0069】ロータ1の回転に伴って、図3（b）に示すように、回転位置検出回路17からの位置信号は変化する。ここではロータ1の突極部3とステータ2の突極部4が相対する位置で位置信号が変化するようにしてい

る。図1の構造のモータの場合は回転位置検出信号17からの位置信号が12回変化した時点が機械的な1回転となる。

【0070】A相巻線6のインダクタンスが正の傾きで変化している時、A相巻線6を励磁すると正方向の回転トルクが発生する。従って回転位置検出回路17からの位置信号が“LOW”から“HIGH”に変化する正方向エッジを検出したのちに、A相巻線6を励磁するために第1スイッチング素子11をオンさせ電流を流す。

【0071】また、回転数を調整するために第1スイッチング素子11をオンさせる信号はPWM（パルス幅変調）制御することによりその電流を図3（f）に示すように制御する。

【0072】第1スイッチング素子11をオフにしても、A相巻線6のインダクタンスにより電流はすぐには0にならない。A相巻線6のインダクタンスが負の傾きで変化している時、A相巻線6が励磁すると負方向の回転トルクが発生、すなわち回転に対してブレーキをかけることになるので効率が低下することとなる。

【0073】従って、回転位置検出回路17からの位置信号が負方向エッジを検出するまでにA相巻線6を励磁を停止させるために、所定時間前に第1スイッチング素子11をオフさせ負トルクがかかるまでに電流を0にするか、ほとんど影響のないレベルまで減少させるようにする。

【0074】ここで第3スイッチング素子13を第1スイッチング素子11と同期させてオンにし、同期させてオフにすることにより次のような動作を行う。ただし、第3スイッチング素子13は図3（e）に示すようにPWM制御は行わない。電流が流れている状態で第1スイッチング素子11と第3スイッチング素子13を同時にオフにするとA相巻線6のエネルギーはダイオード14とダイオード16とを介してエネルギーを直流電源10に回収することにより電流が減少する率を増加させ時間を短くすることができる。

【0075】第2スイッチング素子12はB相巻線7のインダクタンスの変化に従って、第1スイッチング素子11と同様な状態で動作させることによって回転を継続させる。

【0076】第3スイッチング素子13は第2スイッチング素子12がオンしているタイミングで同期してオンとする。すなわち、第3スイッチング素子13は第1スイッチング素子11がオン、または第2スイッチング素子12がオンする時にPWM制御入れないでオンさせる。

【0077】本実施の形態1では、スイッチング素子を3個使用しているが、第3スイッチング素子13は巻線の励磁をオフさせた時の電流の傾きを大きくするものである、インダクタンスの値などにより変わる、削減することも可能である。この時同時にダイオード16

も削減できることになる。

【0078】次に起動時の動作について、図4を用いて説明する。図4は本発明の実施の形態1の駆動回路の起動時の動作を示す流れ図である。

【0079】STEP1で停止状態から運転信号が入力される。前回停止した時にロータ1はどこで止まっているか確定できないため、まずロータ1の位置を所定位置まで移動させる。そのためにSTEP2でA相巻線6に一定時間通電することによりロータ1の突極部3とステータ2の突極部4とが相対する位置にロータ1を持ってくる。ここで通電のレベル（例えばPWM制御のデューティ）はロータ1を移動させてくるのに十分なレベルであり、一定時間は移動後ロータ1の回転振動が十分に収まる時間をいう。

【0080】次にロータ1が所定位置迄移動後、STEP3でB相巻線7に通電をスタートする。すると補助突極部3Aによるインダクタンスのアンバランスにより所定方向（本実施の形態1においては反時計まわり方向）に回転がスタートする。STEP2で所定位置にロータ1は移動している、回転方向はロータ1の補助突極部3Aにより決定され、逆転することなく正常に回転行動に移ることができる。

【0081】次にSTEP4で回転位置検出回路17からの位置信号による転流に切り替え回転を継続させる。STEP5で印加電圧を上昇（PWM制御のデューティ幅を上昇）させ回転数を増加させていく。

【0082】目標とする回転数まで到達するとSTEP6で印加電圧の上昇を停止させ、STEP7で回転数制御に入る。ここでは回転数を見ながら印加電圧伸び調整を行う。

【0083】以上説明した通り、本発明の実施の形態1の冷凍システムのパワー制御装置はつぎのような効果がある。

【0084】6個の突極部3を持つロータ1と、ステータ2と、ステータ2に設けられた8個の突極部4と、突極部4に巻かれた2相の巻線6、7と、隣り合うお互い別相の巻線6、7が巻かれた突極部4は近接し、隣り合うお互い同相の巻線6、7が巻かれた突極部4は離れるように設けたティース5とからなるスイッチトリクタンスモータとしたものであり、2相巻線6、7でありながらリタクタンスの変化は連続的となり、トルクリップルが小さくなると共にトルク発生方向が4方向となり、分散することができるために、騒音、振動が非常に小さくなるという効果を有する。

【0085】また、ロータ1の突極部3の回転方向側に設けた補助突極部3Aを設けることにより、補助突極部3Aによりリラクタンスにアンバランスを生じさせることができ、逆転が無くなり、逆回転に対する配慮が不要となるため、このモータを搭載した圧縮機は小型化ができ、低コストとなる。



【0086】ステータ2の外周部の隣り合うお互いの別相の巻線6, 7が巻かれたスロット部に設けた磁気障壁8を備えることにより、片相を励磁した場合、他相への磁気漏えいを防ぐことができるため、モータの効率が向上する。

【0087】ロータの回転位置を検出する回転位置検出回路17と、回転位置に応じて巻線6, 7の通電を行う2つのスイッチング素子11, 12とを備えることにより、少なくとも2つのスイッチング素子11, 12で回転させることができるので、駆動回路が小型化になり、しかも工数が大幅に削減できコストも大幅に削減できる。また、モータからの引き出し線も3本になり、従来と同等のターミナルを使用して圧縮機を組むことができるので、圧縮機の大形化が防止できると共に、工数が削減できる。

【0088】起動時前記スイッチング素子を一定時間強制的に通電し、通電完了後の他のスイッチング素子から起動をスタートするようにした制御回路とを備えたスイッチトリラクタンスモータとすることにより、起動時に所定位置までロータを回転させ、常に安定した起動をすることができ

【0089】実施の形態1における説明において、スイッチング素子11, 12, 13はIGBTとしたが、もちろん他のスイッチング素子でも全く問題は無い。

【0090】また、巻線6, 7は突極部4に設けたが、同じ磁路を構成できる部分であれば他の部分（例えばステータ2の外周部など）に巻いてもよい。

【0091】（実施の形態2）図5は本発明の実施の形態2のスイッチトリラクタンスモータの分割コアの正面図である。図5は図1に示すスイッチトリラクタンスモータの組立時にコアを4分割したものである。

【0092】図5において、20はステータ2を4分割した分割コアの一部を示す。21はステータ2の突極部（第2突極部）であり、22はティースである。分割は隣り合う突極部21が離れた部分の一对を一組として分割する。

【0093】23は巻線であり、突極部21に巻かれている。分割コア20の端面にはお互い嵌め合いが可能な凸部24と凹部25を設けている。

【0094】隣り合う突極部21がお互い隣り合うようにティース22が設けられた部分のスロットに巻線を巻くと、お互いのティース22間の距離が非常に短く巻線が困難となるうえに、線積率が低下し効率が低下する。また、巻線ができるようにティース22間を広げるとロータ1の突極部3（第1突極部）とのバランスが崩れ、同じく効率が低下する要因となる。

【0095】そこで、図5に示すようにコアを分割することにより、作業性は格段に向上する。すなわち巻線23が巻きにくい隣接するティース22間がないため巻線23も非常にし易く、線積率も大幅に向上し、なおかつ

隣接するティース22間隔が十分に詰めることができるのでロータ1の突極部3とのバランスがよく、効率も格段に向上する。

【0096】また、分割された4個の分割コア20を組み立てる時に、凸部24と凹部25により嵌め合いをすることにより組み立てるが、この接続部分は本来磁路が通らない部分であるので効率には全く影響が無く、単に機械的強度がもつようにすればよい。

【0097】以上説明した通り、本発明の実施の形態2のスイッチトリラクタンスモータはつぎのような効果がある。

【0098】ステータ2はお互い同相の巻線23が巻かれた突極部21を含む4個に分割できるようにしたスイッチトリラクタンスモータとすることにより、組立時に予め分割されたステータコアに巻線23を実施することができるので、線積率が向上するなどの効果により効率が著しく向上できると共に、組立時の工数を大幅に削減することができる。

【0099】以上のように本実施の形態においては、ロータ1の突極部3が6個のスイッチトリラクタンスモータについて説明したが、他の構成でも同様であることについて説明する。駆動方法などについては全く同じである。但し、スイッチ回数と回転数の関係だけは変化するとはいうまでもない。

【0100】（実施の形態3）図6は本発明のロータの突極部が3個のスイッチトリラクタンスモータの構造図である。

【0101】30はロータである。ロータ30はほぼ等間隔で3つの突極部30A（第1突極部）を有する。すなわち3個の山を持つ歯車のような形状をしている。また各々の山と谷はほぼ等間隔となっている。補助突極部3Aは図1と同様であり説明は省略する。

【0102】31はステータである。ステータ31は4個の突極部31A（第2突極部）を有する。各突極部31Aには各々ティース31Bを持ち、ティース31Bは突極部31Aの片側のみにあり、ティース31Bのある側の突極部31Aは同様にティース31Bを持たしている。一方、突極部31Aのティース31Bの無い側の突極部31Aはティース31Bが無い場合、お互いの突極部31Aは離れている。

【0103】動作は図1と同じであるので省略する。

【0104】（実施の形態4）図7は本発明のロータの突極部が9個のスイッチトリラクタンスモータの構造図である。

【0105】40はロータである。ロータ40はほぼ等間隔で9つの突極部40A（第1突極部）を有する。すなわち9個の山を持つ歯車のような形状をしている。また各々の山と谷はほぼ等間隔となっている。補助突極部3Aは図1と同様であり説明は省略する。



【0106】41はステータである。ステータ41は12個の突極部41A(第2突極部)を有する。各突極部41Aには各々ティース41Bを持ち、ティース41Bは突極部41Aの片側のみにあり、ティース41Bのある側の突極部は同様にティース41Bを持たしているの、お互いの突極部41Aは隣接していることとなる。一方、突極部41Aのティース41Bの無い側の突極部41Aはティース41Bが無い、お互いの突極部41Aは離れている。

【0107】動作は図1と同じであるので省略する。

【0108】以上のようにロータ40の突極部40Aが3n(nは自然数)のものについて同様に構成できることはいうまでも無い。

【0109】

【発明の効果】以上の様に、本発明のスイッチトリラクタンスマータは、3n(nは自然数)の第1突極部を持つロータと、ステータと、前記ステータに設けられた4nの第2突極部と、前記第2突極部に巻かれた2相の巻線と、隣り合うお互い別相の巻線が巻かれた第2突極部は近接し、隣り合うお互い同相の巻線が巻かれた第2突極部は離れるように設けたティースとからなるスイッチトリラクタンスマータとしたものであり、2相巻線でありながらリタクタンスの変化は連続的となり、トルクリップルが小さくなると共にトルク発生方向が2n(nは自然数)となり、分散することができるために、騒音、振動が非常に小さくなるという効果を有する。

【0110】また、ロータの突極部の回転方向側に設けた補助突極部を備えたスイッチトリラクタンスマータとしたものであり、補助突極部によりリタクタンスにアンバランスを生じさせることができ、逆転が無くなり、逆回転に対する配慮が不要となるため、このモータを搭載した圧縮機は小型化ができ、低コストとなる。

【0111】また、前記ステータの外周部の隣り合うお互いの別相の巻線が巻かれたスロット部に設けた磁気障壁を備えたスイッチトリラクタンスマータとすることにより、片相を励磁した場合、他相への磁気漏えいを防ぐことができるため、モータの効率が向上する。

【0112】また、前記ステータはお互い同相の巻線が巻かれた突極部を含む2nに分割できるようにしたスイッチトリラクタンスマータとすることにより、組立時に予め分割されたステータコアに巻線を実施することができるので、線積率が向上するなどの効果により効率が著しく向上できると共に、組立時の工数を大幅に削減することができる。

【0113】また、ロータの回転位置を検出する回転位

置検出手段と、回転位置に応じて巻線の通電を行う少なくとも2つのスイッチング素子とを備えたスイッチトリラクタンスマータとすることにより、少なくとも2つのスイッチング素子でモータを回転させることができるので、駆動回路が小型化になり、しかも工数が大幅に削減できコストも大幅に削減できる。また、モータからの引き出し線も3本になり、従来と同等のターミナルを使用して圧縮機を組むことができるので、圧縮機の大型化が防止できると共に、工数が削減できる。

【0114】また、巻線の通電を行う少なくとも2つのスイッチング素子と、起動時前記スイッチング素子を一定時間強制的に通電し、通電完了後の他のスイッチング素子から起動をスタートするようにした制御回路とを備えたスイッチトリラクタンスマータとすることにより、起動時に所定位置までロータを回転させ、常に安定した起動をすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態1のスイッチトリラクタンスマータの断面図

【図2】本発明の実施の形態1のスイッチトリラクタンスマータの駆動回路の回路図

【図3】本発明の実施の形態1の駆動回路の動作を示すタイミングチャート

【図4】本発明の実施の形態1の駆動回路の起動時の動作を示す流れ図

【図5】本発明の実施の形態2のスイッチトリラクタンスマータの分割コアの正面図

【図6】本発明の実施の形態3のスイッチトリラクタンスマータのロータの突極部が3個のスイッチトリラクタンスマータの正面図

【図7】本発明の実施の形態4のスイッチトリラクタンスマータのロータの突極部が9個のスイッチトリラクタンスマータの正面図

【図8】従来のスイッチトリラクタンスマータの回路図

【符号の説明】

1 ロータ

2 ステータ

3 突極部(第1突極部)

3A 補助突極部

4 突極部(第2突極部)

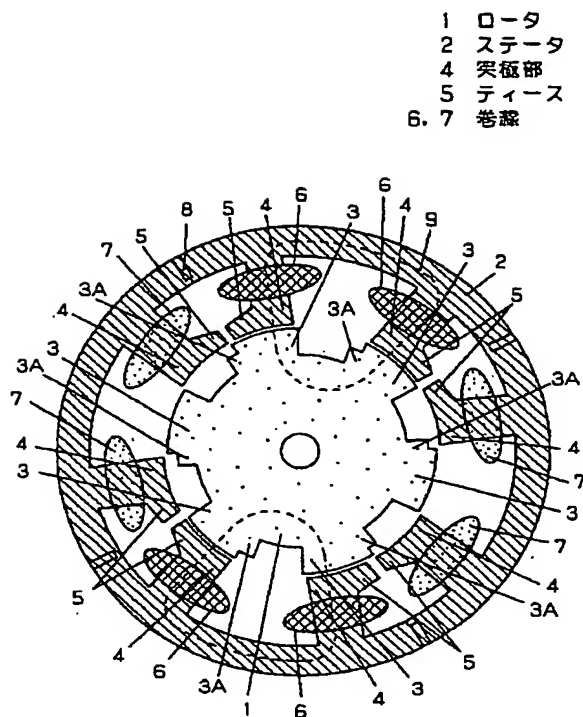
5 ティース

6, 7 巻線

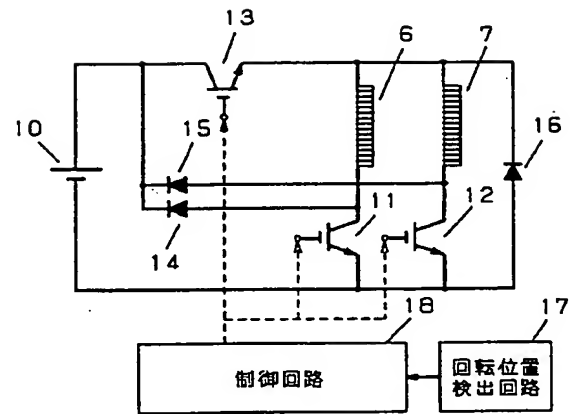
17 回転位置検出回路(回転位置検出手段)

18 制御回路

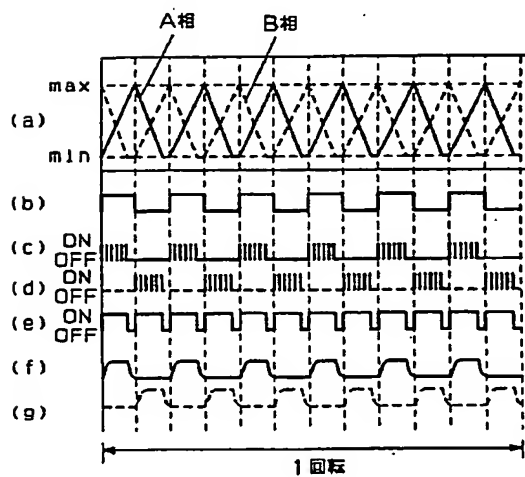
【図1】



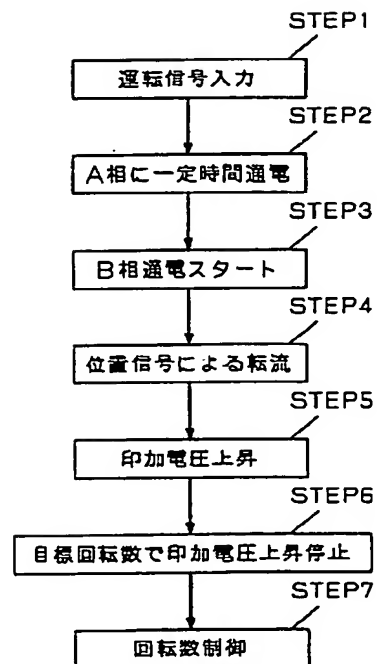
【図2】



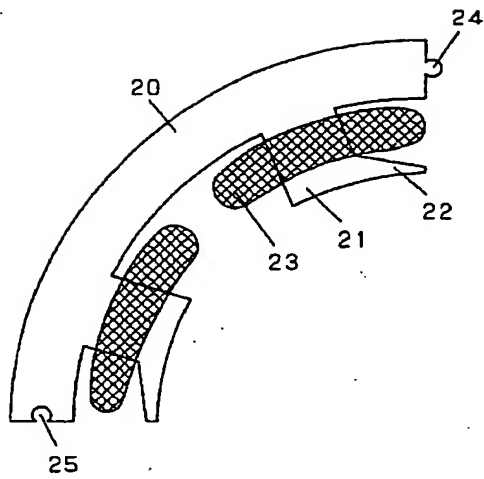
【図3】



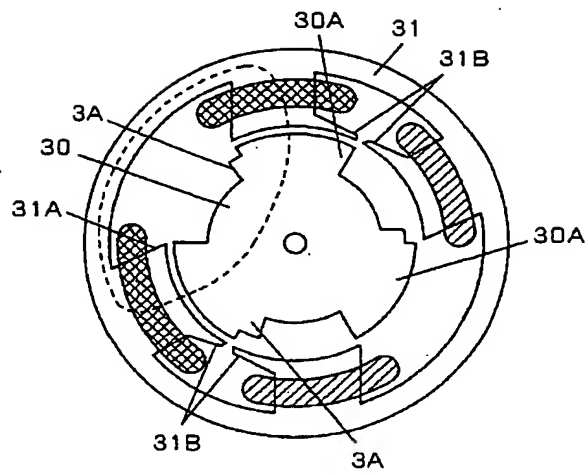
【図4】



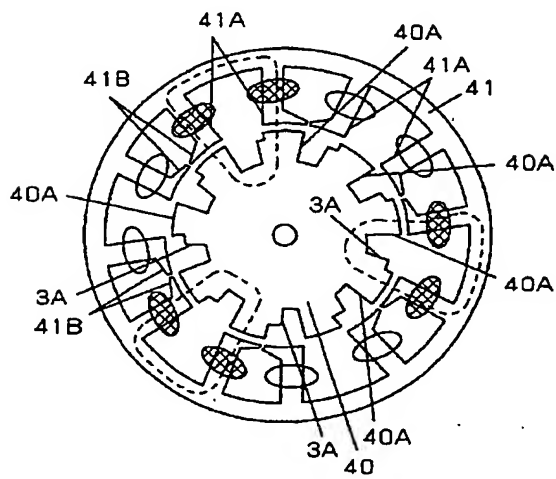
【図5】



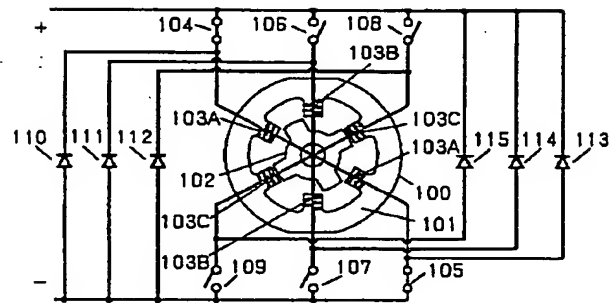
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(72) 発明者 中野 智紀  
大阪府東大阪市高井田本通4丁目2番5号  
松下冷機株式会社内

Fターム(参考) 5H002 AA02 AA09 AB06 AB07 AE06  
AE07 AE08  
5H550 AA09 BB02 BB05 CC01 DD09  
FF01 FF02 HA09 HB16 LL07  
LL08  
5H619 AA01 AA05 AA10 BB01 BB05  
BB15 BB22 BB24 PP01 PP05  
PP06 PP14